

Stallklimatische Untersuchungen
in Rinderställen
des Landkreises Kusel (Pfalz)

Hans-Wilhelm Schmidt

1900

Aus dem Tierhygienischen Institut der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. A. Meyn

STALLKLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN
IN RINDERSTÄLLEN
DES LANDKREISES KUSEL (PFALZ)

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

von

Hans-Wilhelm Schmidt

aus

Kusel (Pfalz)

München 1960

Gedruck mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. K. Zipf

Referent: Prof. Dr. A. Meyn

Tag der Promotion: 27. Juli 1960



Meiner lieben Tante

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Literatur	2
III. Eigene Untersuchungen	6
1. Untersuchungsgebiet	6
2. Material und Methodik	10
3. Untersuchungsergebnisse	12
IV. Besprechung der Ergebnisse	22
V. Zusammenfassung	23
VI. Literaturverzeichnis	25
Lebenslauf	

I. EINLEITUNG

Gerade in unserer heutigen Zeit hängt die Rentabilität eines jeden Betriebes mehr denn je von seiner Rationalisierung ab, d. h., daß jeder Betrieb sich immer den Forderungen der Gegenwart aufgeschlossen zeigen muß.

Besonders schwierig wird dieses Problem vor allem bei den landwirtschaftlichen Betrieben, wo jahrhundertealte Voreingenommenheit und konservative Einstellung eine neuzeitliche Entwicklung erschweren.

Die Gründe hierfür aber sind verschieden. In Betracht kommen nicht nur geologische und klimatische Bedingungen, sondern auch die geographische Lage der dort ansässigen Menschen und die über sie hinweggegangenen geschichtlichen Ereignisse.

Wenn aber gerade heute, im Zeitalter der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft, der Landwirt sich darüber klar werden muß, was andere billiger und besser liefern können, mit welchen Produkten er noch konkurrieren kann, so bedeutet dies einen Grund zur Überprüfung seiner betrieblichen Verhältnisse.

Da in meinem Untersuchungsgebiet die Fleischproduktion besonders stark in den Vordergrund gerückt ist, ist neben der Neuerschließung von Weiden auch eine Erneuerung der Stallverhältnisse angezeigt. Ob nun aber mit einem neuen Stall auch die modernen Forderungen der Hygiene verbunden sind, soll folgende Arbeit ein wenig beleuchten.

Vom Vorstand des Tierhygienischen Institutes der Universität München, Herrn Prof. Dr. A. Meyn, wurde mir daher die Aufgabe gestellt, anhand von vergleichenden Untersuchungen in alten und neuen Stallungen Unterschiede oder gar alte Fehler bei diesen aufzufinden und Vorschläge zur Abstellung derselben zu machen.

II. LITERATUR

Mit der Wegebereitung Pettenkofers (25) in den grundsätzlichen Fragen der Hygiene ist man auf die besondere Stellung der Luftventilation in bewohnten Räumen aufmerksam geworden.

So gaben, dadurch angeregt, Schulze und Märker (32) 1869 mit ihren Beiträgen über den Kohlensäuregehalt und Luftwechsel in Ställen den ersten Anstoß zu weiteren Arbeiten in der Stallhygiene. Sie alle befaßten sich mit dem CO_2 -Gehalt, der Luftfeuchtigkeit und der Ventilation, zum Teil auch unter Berücksichtigung der Bauart, vorwiegend von Rinder- und Pferdeställen.

Die Kohlensäure als Indikator der verbrauchten Luft ist nicht, wie man annehmen möchte, in den untersten Luftschichten am höchsten, sondern kommt, wie Lehmeier (18), Färber (10) und Frank (12) bewiesen, unter der Decke am konzentriertesten vor. Märker (20) bezeichnet einen CO_2 -Gehalt im Stall von 0,25 - 0,3 % als gut; über 0,3 % ist die Luft verdorben und über 0,4 % als äußerste Grenze. Rolfe (29) dagegen verlangt einen CO_2 -Gehalt, der 0,2 % nicht übersteigen darf. Frank (12) und Münsterer (22) fanden mit 0,3 - 0,4 % CO_2 fast die gleichen Resultate. Bei vergleichenden Untersuchungen zwischen Massivstallungen und Stallungen anderer Bauweise stellte Meissner (21) fest, daß der CO_2 -Gehalt in den ersteren höher liegt.

Trotzdem haben Veränderungen des CO_2 -Gehalts nach der schlechten Seite hin keine gesundheitsschädigende Wirkung, wie Roots, Haupt und Hartwig (30) feststellten; denn die Kohlensäure gibt ja nur an, daß die entsprechende Menge an Frischluft fehlt, die ihrerseits erst gesundheitliche Schäden verursacht. Vielmehr ist es die Luftfeuchtigkeit und die dadurch bedingte verminderte Wärmeabgabe, die in solchen Stallungen zu gesundheitlichen Störungen der Tiere führen kann. Die relative Luftfeuchtigkeit soll nach Cords-Parchim (5) zwischen 75 % und 80 % betragen, nach Sybel und Ober (34) 70 % und nach Rolfe (29) 85 %. Frank (12), Münsterer (22) und Färber (10) fanden bei ihren Luftfeuchtigkeitsmessungen in Tierstallungen oft eine relative Luftfeuchtigkeit von über 85 %. Der Feuchtigkeitsgehalt der Stallluft ist von verschiedenen Faktoren abhängig: Feuchtigkeit der Außenluft, Ausatmung der Tiere, Wasserleitungen im Stall, nasse Futtermittel und Exkremente. Daß der Ausatmung der Tiere eine besondere Bedeutung zugemessen werden muß, ersieht man aus

den Versuchen von Kulke (16), der nachwies, daß 10 Kühe in 24 Stunden 70 - 90 Liter Wasser ausscheiden. Nur durch eine gute Ventilation kann der gebildete Wasserdampf weggeschafft und der Feuchtigkeitsgehalt der Stallluft auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Die Ventilation ist die Lüfterneuerung im Stall. Sind alle Fenster und Türen geschlossen, so kann kein Luftaustausch bewirkt werden. Es bleibt dann bei einem hohen Gehalt an relativer Feuchtigkeit, an CO_2 und einer hohen Temperatur der Stallluft. Sind dagegen die Türen und Fenster geöffnet oder geeignete Lüftungseinrichtungen vorhanden, dann kann der Wind schneller eine Luftumsetzung vornehmen, und es finden sich kleinere Werte. Dieses Abhängigkeitsverhältnis zwischen CO_2 , Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit fand Buxtorf (2) und Fuhrmann (13) bei ihren Messungen mit dem Kata-Thermometer. Ersterer führte seine Messungen mit diesem Gerät in Armeepferdeställen durch und fand dabei folgende Grenzwerte:

	optimum	maximum
T.	13,0° C	14,5° C
r. LF.	75 %	78 %
WGschw.	0,13 m/sec.	0,2 m/sec.

Fuhrmann (13) führte seine Untersuchungen in Rinderställen durch mit folgendem Ergebnis:

	minimum	maximum
T.	10° C	15° C
r. LF.	-	80 %
WGschw.	0,1 m/sec.	0,16 m/sec.

Im Zusammenhang mit der Luftfeuchtigkeit stellt auch die Temperatur einen wichtigen Faktor in der Stallhygiene dar, denn beide zusammen haben einen bedeutenden Einfluß auf die Gesundheit, Leistungsfähigkeit und den Milchertrag der Rinder.

Die Temperatur eines Stalles entsteht größtenteils durch die Verbrennungsvorgänge im Organismus der Tiere, deren überschüssige Wärmemenge durch Strahlung und Leitung an deren Umgebung abgegeben wird. Für diesen Vorgang aber muß die Umgebung der Tiere eine möglichst niedrige relative Luftfeuchtigkeit besitzen, um eine Wärmestauung zu vermeiden.

Namhafte Autoren haben Normen für eine zweckmäßige Stalltemperatur aufgestellt. So fordern Stietenroth (35) für Rinder 10 - 20° C, Märker (20) 12 - 15° C, Dahmen (6) für Pferde und Rinder 15° C, Traub (36) 12 - 18° C und Klimmer (15) 12,5 - 17,5° C. Untersuchungen von Brooks (1) ergaben, daß bei steigender Temperatur der Fettgehalt der Milch sank. Dice (7), der den Einfluß der Stalltemperatur auf Leistung und Futterbedarf bei Milchkühen prüfte, fand die Gewichtszunahme bei Stallhaltung geringer als im Freien. Deshalb fordert man in der modernen Stallhygiene mit Recht eine niedrige Stalltemperatur und einen möglichst niedrigen Feuchtigkeitsgehalt.

Um nun diese Bedingungen auch zu erreichen, ist es wichtig, dem zu verwendenden Material beim Stallbau besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Der Wärmehaushalt eines Stalles hängt in hohem Maße von der Beschaffenheit seiner Wände ab. Dabei spielen poröse Baustoffe aufgrund ihrer besseren Isolation eine große Rolle. So stellen Hohlblocksteine, Hohlziegel und Ziegel einen besseren Baustoff für Ställe dar als Massivsteine. Sie alle werden noch von der guten Isolationsfähigkeit des Holzes übertroffen (Sybel - Ober (34)). Ein wichtiger Faktor neben der Stabilität einer Stallwand ist also deren Isolation.

Besondere Aufmerksamkeit ist den Stalldecken zu widmen. Eine kalte Decke kann einen größeren Wärmeverlust zur Folge haben als eine kalte Wand, da sich die erwärmten Luftschichten immer oben befinden. Von den heute meist üblichen Deckenkonstruktionen sind Beton- oder Eisenbetondecken die kältesten und am stärksten schwitzenden. Weit bessere Leistungen zeigen Leichtbetonsteine, Hohlsteine aus Ton oder Bimsbetonhohlkörper. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Bau des Fußbodens, dessen Haupteigenschaften Dauerhaftigkeit, Undurchlässigkeit und schlechte Wärmeleitung sein sollen. Grundsätzlich ist die Verwendung von Beton und Zement zu verwerfen, wie Versuche von Stietenroth (35) und Dahmen (6) zeigten. Dagegen haben sich hartgebrannte Ziegel mit Zementmörtel oder Asphalt verfugt, flach oder besser noch, auf der langen, schmalen Seite verlegt, ebenso wie hartgebrannte Ziegelhohlsteine als brauchbar erwiesen.

Es ist eine Tatsache, daß eine gute Belichtung des Stalles sich günstig auf die Gesundheit und Leistung der Tiere auswirkt. Besonders für ihre Aufzucht ist eine gute Stallbelichtung unentbehrlich.

So fand Maynard (19) beispielsweise, daß der durchschnittliche Aschegehalt der Schenkelknochen von nicht dem Sonnenlicht ausgesetzten Ferkeln 14,41 % gegenüber 18,28 % der Vergleichsgruppe betrug. Den erhöhten Stoffwechsel in Stallungen mit guter Belichtung führt Dahmen (6) auf eine psychische Wirkung zurück.

Die Lichtmenge, die in einen Stallraum gelangt, ist außer vom Einfallswinkel, der mindestens 30° betragen soll, vor allen Dingen von der Fenstergröße abhängig. Nach Ober (24) vermitteln die Fenster aber nur dann genügend Licht, wenn

1. das Maß ausschließlich auf die lichtdurchlässige Fensterfläche bezogen wird,
2. die Fenster in der Hauptsache nach Ost, Süd und West angeordnet sind,
3. Fensterglas mit guter, d.h. normaler Lichtdurchlässigkeit verwendet und durch regelmäßige Reinigung erhalten wird,
4. Stallhöhe, Fensterform und Einbauhöhe optimalen Lichteinfall zulassen,
5. die Oberfläche der Bauteile und die Einrichtung eine Lichtverteilung im Raum fordern und
6. die Fenster gleichmäßig in den Wänden verteilt sind.

Beeinflusst wird die Lichtverteilung noch von der Wand-Decken-Oberflächenbeschaffenheit. Ober (24) gibt 60 - 70 % Rückstrahlung für eine frisch geweißte Wand an, bei altem Beton dagegen nur 5 - 15 %. Während er für das geforderte Verhältnis Fensterfläche : Bodenfläche 1/20 angibt, zeigen die Meßergebnisse von Färber (10) ein Verhältnis von 1/24.

Dahmen (6) nennt die Belichtung eines Stalles dann als ausreichend, wenn man in jeder Ecke desselben sehen kann, ob sie sauber ist.

Für den auf eine Großvieheinheit (GVE) entfallenden Luftraum fordern nachstehende Autoren:

Dahmen	20 - 30 m ³
Felix	14 - 15 m ³
Jentsch	17 - 20 m ³
Klimmer	20 - 30 m ³
Rolle	20 m ³
Stietenroth	18 m ³
Nusschag	20 - 25 m ³ .

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Untersuchungsgebiet

In frühester Zeit war die Pfalz von Kelten besiedelt, deren Orts- und Flußnamen heute noch nachweisbar sind.

In der Zeit von 100 v. Chr. bis 400 n. Chr. war das gesamte linke Rheinufer von den Römern besetzt gewesen. Und schon der römische Kaiser Domitian trägt in den Jahren 82 bis 90 n. Chr. der geographisch unterschiedlichen Pfalz Rechnung, indem er den östlichen Teil an das *Germania superior*, den Rest an *Gallia Belgia prima* angliederte (Christmann (3)).

Nach 400 n. Chr., als die römischen Legionen zum Schutze Italiens weggezogen wurden, nahmen nach und nach die Germanen von der Pfalz Besitz. In der Hauptsache waren es zwei Stämme, die unter sich dieses Land teilten: die Franken im Osten, die Alemannen im Westen. Dies findet heute noch seinen Niederschlag in der fränkischen Fachwerkbauweise der Vorderpfalz wie auch in der sprachlichen Verschiedenheit der Hinterpfalz.

Das bunte Völkergemisch aus Römern, Alemannen und Franken wird noch durch die Wallonen ergänzt, welche um 1560 bis 1570 wegen ihrer Religion aus Holland vertrieben und in der Pfalz angesiedelt wurden.

Hundert Jahre später siedelten sich die Hugenotten aus Frankreich an, die ebenfalls wegen ihres Glaubens flüchten mußten.

Als die Gegenreformation immer stärker wurde, kamen noch in großer Anzahl Hugenotten aus der Schweiz, aus Tirol, dem Elsaß und zum Teil auch aus Süddeutschland, um in der Pfalz Zuflucht zu finden.

Während durch alle Zeitläufe des Mittelalters trotz der Bauernkriege, welche sich besonders im Südwestraum Deutschlands abspielten, sich eine brave und fleißige Bevölkerung entwickelte, setzte der Dreißigjährige Krieg mit seinen Schrecken zum ersten Mal dem Aufstreben dieses Volkes ein Ende. Doch wurde dies alles in den Schatten gestellt durch die verheerenden Verwüstungen und Mordbrennereien französischer Truppen unter Ludwig XIV. Ganze Dörfer sind damals untergegangen, fast alle Städte und Dörfer der Pfalz wurden niedergebrannt. Ludwig XIV. wollte aus der Pfalz

eine Wüste machen, wie er selbst sagte, damit die nachdrängenden Deutschen sich hier nicht verpflegen und aufhalten könnten.

Zwei Beispiele mögen hier zeigen, wie grausam dieser Krieg damals war. In Germersheim z. B. lebten vor der Verwüstung der Pfalz durch den Sonnenkönig 3559 Menschen, nach 1644 nur noch 601. St. Arnual bei Saarbrücken hatte 300 Einwohner, nach Kriegsende nur noch vier (Christmann (3)).

So brauchten die Landesherren wieder Menschen, die das brachliegende Land bebauen sollten. Diesem Wunsch kam der Umstand zu Hilfe, daß in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts in der Schweiz, in Frankreich und anderen Ländern eine erneute Verfolgung der Wiedertäufer oder Menoniten einsetzte. Sehr viele Schweizer, Franzosen, Tiroler fanden dadurch in der Pfalz eine neue Heimat.

Mit der Französischen Revolution zogen 1789 wieder französische Truppen in die Pfalz und machten sie vollkommen französisch. Es durften unter Todesstrafe keine eigenständischen Trachten mehr getragen werden (daher kann man auch heute überhaupt keine mehr sehen), es mußte von Amts wegen französisch gesprochen werden. Alle größeren Landbesitzungen wurden aufgeteilt, so daß die ganz wenigen Gutshöfe, die man heute in der Pfalz noch antreffen mag, erst später wieder entstanden sind. Der Code Napoleon fand hier seine Anwendung noch bis in unsere Zeit. Aus dem Landkreis wurde ein District, mehrere Districts bildeten ein Departement, der Landrat wurde ein Commissaire, der Bürgermeister ein Maire, die Abgeordneten adjoint. Wie sehr sich diese vollkommen französische Zeit eingewurzelt hat, mag die Tatsache beleuchten, daß noch heute der beigeordnete Bürgermeister ein Schild mit der Aufschrift "Adjunct" an seiner Haustüre hat. Viele französische Wörter leben heute noch im pfälzischen Dialekt fort.

Aus allen diesen vielen Nöten heraus und besonders, weil die karge Scholle die Menschen nicht ernähren konnte, wanderten vom Jahre 1720 ab nahezu hunderttausend Pfälzer nach dem Osten aus. Die Hauptansiedlungsgebiete waren: Batschka, Banat, Bukowina, das Nordufer des Schwarzen Meeres, das Asowsche Meer, die Krim, Kasanien, die untere Wolga und kleinere Bezirke zwischen Peipussee und St. Petersburg. Ein Teil von ihnen zog nach Wolhynien, nach Südrußland, Bessarabien und von dort sogar nach Sibirien (Rech 26)).

Doch verblaßt die Zahl derer, die nach Osten zogen, gegenüber den Pfälzern, welche nach Nordamerika auswanderten. Nur ein Beispiel mag zeigen, wie groß der Anteil der Pfälzer jenseits des Ozeans ist, nämlich in Pennsylvanien reden heute noch rund 800 000 Bewohner das sogenannte Pennsylvaniendeutsch, einen pfälzischen Dialekt (Rupp (31)). Es gibt auch heute keine Familie in der Pfalz, die nicht mindestens einen Verwandten in Amerika hat, und auch jetzt wandern noch viele Pfälzer nach Amerika aus - gestützt auf ihre verwandtschaftlichen Beziehungen drüben. Wie sehr dieser brave und fleißige Menschenschlag durch Jahrhunderte hindurch im Grenzland die Not am stärksten zu spüren bekam, mögen diese wenigen Beispiele zeigen. Die Geschichte hat die Pfalz, wie kaum ein anderes Land, geformt.

In den Jahren 1923 bis 1936, als das linke Rheinufer wiederum durch französische Truppen besetzt war, hat der Pfälzer seine Eigenständigkeit zäh behauptet. Und nach dem 2. Weltkrieg mußte dieses ewige Grenzland wieder die größten Härten verspüren.

Dies alles mag verständlich machen, wie sehr der Pfälzer durch sein zähes Verhalten allen geschichtlichen Stürmen zum Trotz in ganz besonderem Maße einer konservativen Einstellung allem Neuen gegenüber anheimfallen mußte. Daß diese Haltung natürlich auch ihren Niederschlag in landwirtschaftlicher Hinsicht fand, werden folgende Ausführungen noch beleuchten.

In meinem Untersuchungsgebiet, der Hinterpfalz, gibt es keine großen bäuerlichen Betriebe. Dies ist einerseits, wie schon erwähnt, auf die Französische Revolution mit ihren Grundsätzen "Freiheit, Gleichheit, Brüderlichkeit" zurückzuführen, andererseits trägt die Bodenbeschaffenheit, steile Erhebungen und tiefe Täler, Schuld daran. So kam es, daß beinahe die Hälfte der Bewohner, die von der Landwirtschaft allein nicht leben konnte, in den vielen Steinbrüchen Arbeit suchte oder in der Industrie des angrenzenden Saargebietes. Sie arbeiteten dann acht Stunden als **Bergleute**, während die Frauen und Kinder die Feldarbeit verrichteten, um nach **Feierabend** dann selbst noch mitzuhelfen. Dieser Teil der bäuerlichen Betriebe stirbt jetzt langsam aus, da die sozialen Verhältnisse sich in den letzten Jahren grundlegend verbessert haben. Derjenige Teil jedoch, der ausschließlich von der Landwirtschaft lebt, kauft das freigewordene Land jetzt auf oder pachtet es, um seinen Betrieb zu vergrößern und damit krisenfester zu gestalten.

Im Wandel dieser Zeit kann man daher grundsätzlich zwei Arten von landwirtschaftlichen Betrieben antreffen, nämlich

1. den kleinstbäuerlichen Betrieb mit ca. 2 - 3 ha Acker- und Wiesenland, der im Aussterben begriffen ist und
2. den normalen, für unsere Verhältnisse Großbetrieb mit ca. 10 - 15 ha, den man bestrebt ist zu erhalten und weiter zu entwickeln.

Klima

In großen Zügen wird die Milde unseres Klimas bestimmt durch die geographische Lage sowie durch die Nähe des Meeres. Die Pfalz liegt von allen deutschen Landschaften dem Golfstrom am nächsten (Zink (38)). Die von dort kommenden Luftmassen haben weitgehend die Temperatur des Meeres und bringen uns, namentlich im Winter, Wärmegrade, die weit über dem Wert liegen, der uns dem Breitengrad nach zusteht. Durch diesen Umstand bedingt, liegt auch das mittlere Datum des Frühlings (Beginn der Apfelblüte) im Durchschnitt 3 - 4 Wochen früher als in anderen Gebieten Deutschlands.

Am verständlichsten wird uns das Klima durch die Tatsache, daß außer der Weinrebe, welche die hauptsächlichste Kulturpflanze bei uns darstellt, Zitronen, Feigen, Mandeln und Kastanien zur Reife gelangen.

Die Niederschlagsverteilung wird im wesentlichen durch die Abwechslung von Berg und Tal und durch die Lage des Berglandes zu den Hauptregengebieten bestimmt. In der Pfalz ist der Südwestwind der eigentliche Regenbringer. Vom Ozean kommend und daher mit Feuchtigkeit beladen, trifft er auf das Pfälzer Bergland auf, wo er zum Aufsteigen gezwungen wird. Hierbei treten Abkühlung, Bewölkungszunahme und vermehrte Niederschläge auf.

In Höhe von 400 - 500 m liegt die Niederschlagsmenge bei durchschnittlich 800 mm, das sind 800 Liter pro Quadratmeter. Der Pfälzer Wald hat jährlich etwa 900 - 1000 mm Niederschlagsmenge. Vergleichsweise sei hier die Niederschlagsmenge im Schwarzwald mit ca. 1800 - 2000 mm erwähnt (Zink (38)).

Bodenverhältnisse

Die Pfalz, zwischen Frankreich und dem Rhein gelegen und im Norden von einem Nebenfluß des Rheines begrenzt, zerfällt in zwei geographisch ganz verschiedene Teile. Der eine ist der aus der rheinischen Tiefebene sich erstreckende flache und äußerst fruchtbare Teil der Vorderpfalz, der andere der nach Westen plötzlich in eine bergige Waldlandschaft übergehende Teil der Hinterpfalz - auch Westrich genannt.

Uns soll jedoch nur die Hinterpfalz interessieren, weil in diesem Teil das Untersuchungsgebiet liegt.

Am Aufbau des Pfälzer Berglandes sind die Formationen des Karbons und des Rotliegenden beteiligt (Zink (38)). Der weitaus größere Teil der Landschaft jedoch weist jüngere geologische Formationen auf, die sich in grauen und rötlichen Schichtgesteinen andeuten. Durch Bewegungen der Erdkruste wurde die waagerechte Aufeinanderfolge der Schichten von Grund aus gestört, so daß heute Faltungen und zahlreiche Verwerfungen das Land durchziehen und jede Schichtstufe in irgendeinem Landschaftsteil hervortritt.

Mächtige Berge vulkanischen Ursprungs in Höhe von 562 m und 687 m überragen die anderen Höhenzüge. Sie haben vielen Menschen Arbeit in der Hartsteinindustrie gegeben.

In buntem Wechsel reihen sich breitgelagert Hochflächen einzeln aufragende Bergkuppen neben- und hintereinander, reich durchsetzt mit Feldern und Wald; dazwischen breiten sich Täler aus, bald eng, bald weit, bald steil und tief, immer belebt durch grüne Wiesen und zahlreiche, kleine Dörfer. Es ist eine überaus reizvolle Landschaft, durch den bergigen Charakter jedoch wenig zum Anbau geeignet. Daher ist es auch verständlich, daß so viele Menschen abwanderten, um bessere Lebensbedingungen zu suchen.

2. Material und Methodik

Gemessen wurden 70 Stallungen auf ihren Gehalt an CO_2 , Lichtstärke, Temperatur, Windgeschwindigkeit und relativer Feuchtigkeit der Luft. Die Messungen erstrecken sich dabei sowohl auf Stallungen älterer als auch auf solche neuerer Bauweise.

Der CO_2 -Gehalt der Stallluft wurde mit einem Dräger-Gasspürgerät (7), Modell 19/31, gemessen, wobei die Prüfröhrchen 0,1 a verwendet wurden. Ihre Anzeige beruht auf der Reaktion des Kohlendioxyds mit einer Hydrazin-Verbindung. Die Umsetzung wird durch den Farbumschlag eines Redox-Indikators angezeigt. Die Messung wurde 1,0 m über dem Boden und in Deckenhöhe vorgenommen.

Die Lichtstärke wurde mit einem Lux-Meter gemessen, welches im Prinzip eine Selen-Zelle darstellt. Die Skala kann in drei Stufen geschaltet und durch einen Filter 20fach erweitert werden. Gemessen wurde an 3 - 4 Stellen, an jeder Stelle in 6 Richtungen und danach der Mittelwert bestimmt.

Die Temperatur wurde mit einem Quecksilber-Thermometer gemessen, das immer in der ungefähren Mitte des betreffenden Stalles frei aufgehängt war.

Zur Bestimmungen der relativen Luftfeuchtigkeit wurde ein Rund-Hygrometer Nr. 190 - 195 der Firma Wilhelm Lambrecht, Göttingen, verwendet. Das Prinzip dieses Gerätes beruht auf der Fähigkeit, die Haarlänge bei steigender relativer Feuchtigkeit der Luft auszudehnen. Diese Längenausdehnung wird in geeigneter Weise auf einen Zeiger übertragen. Die Skala des Gerätes für die Messung der relativen Luftfeuchtigkeit umfaßt einen Bereich von 0 - 100 %.

Die Windgeschwindigkeit wurde mit einem Kata-Thermometer (Lambrecht (17)) Nr. 1070, ebenfalls von der Firma Lambrecht, gemessen. Vor der betreffenden Messung wird das Gerät in ein Wasserbad von etwa 50° - 70° C eingetaucht, bis der innen sich befindende Alkohol ein Drittel der oberen Ausbuchtung erreicht hat. Danach wird das gut abgetrocknete Gerät frei aufgehängt. Mittels einer Stoppuhr wird die Zeit bestimmt, die der Flüssigkeitsmeniskus braucht, um von der oberen zur unteren Marke abzusinken. Die Abkühlungsgröße ergibt sich dann aus dem Quotienten

$$\frac{\text{Geräte-Konstante}}{\text{gestoppte Zeit (sec.)}}$$

Die Gerätekonstante ist jedem Gerät aufgezählt und hängt von der Wärmekapazität, Form und Dimension der einzelnen Geräte ab. Ist die Temperatur bekannt, die während der Messung herrscht, so kann man nun mittels einer von der Herstellerfirma beigelegten Tabelle die Windgeschwindigkeit

berechnen; denn die Flüssigkeit im Gerät sinkt um so schneller, als sie von außen abgekühlt wird. Diese äußere Abkühlung wiederum ist von der Windstärke abhängig.

Ein empfindlicher Mangel des Kata-Thermometers besteht darin, daß es nur zu Messungen innerhalb eines Raumes und nicht im Freien verwendbar ist, weil im letzteren Falle die Fehlergrenze zu groß wäre.

Gemessen wurden die Stallungen größtenteils frühmorgens, wenn Fenster und Türen noch verschlossen waren und man den wirklichen Bedingungen am nächsten kam; denn am Tag, wenn die Türen offen sind durch Hin- und Hergehen des Stallpersonals usw., lassen sich nur ungenaue Meßwerte ermitteln.

3. Untersuchungsergebnisse

Die vermessenen Ställe wurden von mir nach persönlichem Empfinden in drei Gruppen eingeteilt ohne Rücksicht auf die nachfolgenden Meßergebnisse. Es hing vom Pflegezustand der Tiere sowie des Stalles ab, in welche Gruppe jeweils ein Stall eingereiht wurde. Sauberkeit und sonstige Faktoren, die einen Betrachter beeindrucken können, fielen dabei ebenfalls ins Gewicht. Als Tierarzt kam ich oft in diese Ställe, so daß mir die Beurteilung und richtige Eingruppierung erleichtert wurde.

Gruppe A (30 Ställe - Tabelle 1)

Hierbei handelt es sich um Ställe, die rein optisch und auch dem Empfinden nach als gut zu bezeichnen sind.

Gruppe B (19 Ställe - Tabelle 2)

Dies sind Ställe, die dem Betrachter nur einen mittelmäßigen Eindruck vermitteln.

Gruppe C (20 Ställe - Tabelle 3)

Bei dieser Gruppe handelt es sich um Ställe, die einen schlechten Eindruck machen.

Die nachfolgende Beschreibung schildert einen Stall, wie er für die Gruppe A typisch ist. Seine Meßergebnisse sind aus Tabelle 1 zu ersehen.

Dieser Stall (Nr. 57) ist ca. 60 Jahre alt und wurde 1950 im Zuge der Tbc-Bekämpfung umgebaut. Er ist 12,5 m lang, 10,5 m breit und 2,90 m hoch mit einem Luftraum von 383,52 m³, Lage Nordsüd-Richtung. Im Norden schließt er an die Scheune, im Süden an das Wohnhaus an. Die Stallwände sind aus 40 cm dicken, massivem Bruchstein, mit Kalk verbunden. Die Decke, aus Beton und Eisenschienen, ist gestützt durch 6 Eisenträger. Innen ist der Stall mit Kalk und außen mit Zementmörtel verputzt. 6 Fenster, von denen 4 nach Osten und 2 nach Westen gehen, verleihen dem Stall ein helles, freundliches Aussehen. 3 Türen verbinden den Stall mit dem Wohnhaus, der Scheune und dem Hof. 19 gut genährte und gepflegte Tiere sind in zwei Reihen im Kurzstand aufgestellt, dazwischen befindet sich ein 2 m breiter Futtergang. Die Krippen sind mit Absperrgittern versehen, Selbsttränken sind vorhanden. Der Boden ist aus Ziegelsteinen. Die abgedeckte Jaucherinne führt in die etwa 5 m entfernte abgeschlossene Jauchegrube, wo sich auch der Düngerhaufen befindet. 3 Kälber sind in Boxen aufgestellt.

Eine eigene Entlüftungsanlage ist nicht vorhanden; die Fenster sind mit kippbaren Oberlichtern versehen.

Erklärung der Abkürzungen:

T. a.	= Temperatur außen
T. i.	= Temperatur innen
r. LF i.	= relative Luftfeuchtigkeit innen
r. LF a.	= relative Luftfeuchtigkeit außen
Rd	= Rind
Pfd	= Pferd
Schw	= Schwein
Fe	= Fenster
Tü	= Türen
Bo	= Boden
WGSchw	= Windgeschwindigkeit
HR	= Himmelsrichtung
GVE	= Großvieheinheit

Um einen Überblick über die gefundenen Meßergebnisse von den Stallungen der Tabelle 1 zu erhalten, habe ich von den jeweiligen Untersuchungen das arithmetische Mittel genommen und in folgender Tabelle zusammengefaßt.

MITTELWERTE DER TABELLE 1

T. i.	T. a.	r. LFi	r. LFa	m ³ GVE	CO ₂	Fe:Bo	Lux
17,01	10,98	74,9	58,1	13,21	0,164 0,247 0,346	1/29	25,10
=====							
WGschw a.	WGschw i.	NS	OW	SO-NW	NW		
2,04	0,255	18	10	1	1		

Die in Tabelle 1 nach optischen Eindrücken als gut beurteilten Stallungen ergaben Mittelwerte (s. Zusammenfassung), die in folgender Weise den aufgestellten Forderungen nahekommen.

Bei den im Januar und April durchgeführten Messungen ergab sich für die Außentemperatur ein Mittelwert von 10,98° C, während bei der Stallinnentemperatur ein solcher von 17,01° C zu verzeichnen war. Der letztere Wert entspricht den Forderungen von Stietenroth (35), Traub (36) und Klimmer (15), die einen Schwankungsbereich in Rinder- und Pferdeställen von 12° - 18° C ermittelten.

Der Mittelwert der relativen Luftfeuchtigkeit außen während der Untersuchungszeit betrug 58,1 % und der im Stallinnern 74,9 %. Damit erreichten die Ställe der Tabelle 1 die Forderungen, die von Cords-Parchim (5) mit 75 - 80 %, von Rolfe (29) mit 85 % aufgestellt wurden. Der Mittelwert übertraf die Messungen von Frank (12), Münsterer (22) und Färber (10), die in Tierstallungen oft eine relative Luftfeuchtigkeit von über 85 % fanden.

Der in Tabelle 1 ermittelte Wert von 13,21 m³/GVE liegt unter den Forderungen obiger Autoren, die im Durchschnitt 20 - 25 m³/GVE verlangen

TABELLE 1

Datum	Stall- Nr.		T.a.	T.i.	r.	LFa	Rd	Pfd	Schw	m ³	m ³ GVE	CO ₂	Fe	Tü	Fe:Bo	Lux	WGschw	WGschw	HR
			C	C													a.	i.	
April 1960	1	11	16	87	65	2	2	133,98	22,3	0,20	2	3	1/63	4	1,3	0,034	OW		
										0,25									
	3	13	20	88	62	7		116,38	15,0	0,60	2	4	1/40	6	3,95	0,046	OW		
										0,35									
	6	12	19	80	57	10		83,16	8,3	0,55	2	3	1/48	7	0,863	0,082	NS		
										0,30									
	9	13	15,5	79	65	9		124,08	13,8	0,45	3	3	1/24	11	2,64	0,099	NS		
										0,25									
	10	13	19	85	57	8		106,26	13,5	0,45	1	3	1/64	8	1,37	0,082	OW		
										0,40									
11	13	18	78	62	11		148,5	13,5	0,45	3	3	1/29	20	2,08	0,059	NS			
									0,30										
14	12	18	73	63	9		96,0	10,6	0,10	4	3	1/16	27	1,44	0,143	NS			
									0,20										
15	13	17	78	60	13		126,28	9,5	0,25	4	4	1/10	24,5	1,27	0,276	NS			
									0,15										
16	13	18	64	59	10		123,75	12,4	0,30	3	3	1/23	27	1,17	0,097	NS			
									0,20										
18	13	18	79	62	9		104,146	11,6	0,35	2	3	1/48	7	3,95	0,097	SO-NW			
									0,40										
20	14	20	90	60	12		88,0	7,3	0,55	3	5	1/29	15	1,31	0,046	NS			
									0,35										
25	12	18	85	57	8	2		101,25	9,2	0,65	2	2	1/12	10	2,13	0,0	OW		
									0,20										
26	12	19	80	57	6	2		96,0	12,0	0,25	3	2	1/38	10	2,25	0,128	OW		
									0,30										
45	12	17	75	92	9			114,75	13,9	0,20	5	3	1/12	90	1,24	0,112	NS		
									0,25										

57	13	16	63	62	19	383,52	19,2	0,08	6	3	1/18	20	38000	2,31	0,434	NS
								0,20								
59	14	19	70	54	12	226,6	17,4	0,30				9000				
								0,20	4	4	1/29	12		1,09	0,082	NS
								0,45								
Januar 1960	67	1,5	13	80	53	12	169,3	13,0	4	2	1/19	30	15000	3,43	0,832	NS
								0,40								
68	3	18	81	59	11	108,9	9,8	0,10	4	3	1/11	15	13000	0,288	0,041	NS
								0,25								
69	0	6	65	56	11	243,7	22,1	0,20	3	4	1/10	45	15000	1,14	0,13	OW
								0,10	10	4	1/10	45				
70	1	12	71	52	8	114,4	14,3	0,15	4	3	1/29	25	16000	4,63	0,94	NS
								0,10								
71 -1	18	74	50	23		323,2	14,5	0,10	3	5	1/34	17	15000	2,84	0,89	NS
								0,05								
April 1960	27	10	70	60	8	95,28	12,0	0,15	3	2	1/43	10	2200	0,528	0,734	NS
								0,20								
39	16	18	63	46	6	2	118,8	14,8	2	2	1/42	20	20000	0,172	0,143	OW
								0,20								
40	16	16	58	48	16	270,0	16,9	0,25	7	3	1/26	50	70000	1,51	0,434	OW
								0,15								
								0,20								
44	12	16	83	64	10	113,4	11,3	0,20	1	3	1/70	18	16000	1,66	0,172	NS
								0,10								
								0,15								
								0,25								

Der gefundene CO_2 -Wert beträgt im Durchschnitt 0,252 %. Dies zeigt deutlich, daß die Kohlensäureanreicherung unter der Decke am höchsten ist. Hier wurde ein Mittelwert von 0,346 % festgestellt. Nach Schulze und Märker (32), die bei einem CO_2 -Gehalt von mehr als 0,35 % die Luft als verdorben ansehen, ist der gefundene CO_2 -Wert von 0,252 % als gut zu bezeichnen. Jedoch der CO_2 -Gehalt unter der Decke muß als verdorben angesehen werden, da er mit 0,346 % fast an die äußerste Grenze (0,4 %) heranreicht. Dies dürfte auf das Fehlen einer Entlüftungsanlage zurückzuführen sein.

Das Fenster-Bodenverhältnis mit $1/29$ liegt unter den geforderten Werten von Ober (24) = $1/20$ und Färber (10) = $1/24$.

Der mittlere Helligkeitswert in Lux gemessen betrug 25,10. Reischl (27) fand bei seinen als subjektiv gut empfundenen Ställen einen Mittelwert von 30 Lux.

Der ermittelte Wert der Windgeschwindigkeit von 0,255 m/sec. liegt über den gefundenen Werten von Führmann (13) mit 1,6 m/sec. und Buxtorf (2) mit 0,2 m/sec.

Nun folgt die Beschreibung eines Stalles, der alle Ställe der Gruppe B repräsentieren könnte. Die gefundenen Meßergebnisse bei dieser Gruppe sind in Tabelle 2 aufgezeichnet.

Der Stall (Nr. 41) ist 1889 erbaut und 1933 geringfügig renoviert worden. Seine Ausmaße sind: 9 m Länge, 4,50 m Breite und 2,20 m Höhe bei einer Kubatur von $89,1 \text{ m}^3$ Luftraum. Er liegt, wie bei fast allen bäuerlichen Betrieben hier, zwischen Wohnhaus und Scheune. Die Stallwände sind aus Bruchsteinen, die im Untersuchungsgebiet aufgrund der vielen Steinbrüche sehr billig sind. Die Decke ist aus Beton mit eingezogenen Eisenstienen. 4 Türen, von denen 2 in die dunkle Scheune führen, verbinden den Stall mit dem Wohnhaus und Hof. Auf einem Langstand sind 13 Tiere in einer Reihe aufgestellt. Gefüttert wird in Steinkrippen mit Holzreifen. Getränkt wird mit Eimer. Der Boden besteht aus Ziegelsteinen. Die Jauchegrube führt offen aus dem Stall hinaus in die etwa 3 m entfernte Jauchegrube, wo auch der Komposthaufen angelegt ist. Eine eigene Entlüftungsanlage ist nicht vorhanden; bei einem Fenster ist das Oberlicht meistens geöffnet.

Von den Meßergebnissen der Gruppe B (Tabelle 2) errechnete ich die Mittelwerte und stellte sie in folgender Tabelle zusammen:

MITTELWERTE DER TABELLE 2

T.i.	T.a.	r.LFi.	r.LFa.	m ³ GVE	CO ₂	Fe:Bo	Lux
15,87	7,09	78,1	61,4	12,4	0,202 0,278 0,363	1/32	13,63
=====							
WGschw	WGschw	NS	OW	SO-NW			
a.	i.						
1,62	0,22	12	7	1			

Die in Tabelle 2 nach optischen Eindrücken als mittelmäßig empfundenen Stallungen ergaben folgende Auswertung:

Bei den im Januar (2 Ställe), Februar, März und April durchgeführten Messungen ergab sich für die Außentemperatur ein Mittelwert von 7,09° C, bei der Stallinnentemperatur war ein Mittelwert von 15,87° C zu verzeichnen. Dieser Wert entspricht den normalen Werten der Stallinnentemperatur.

Der Mittelwert der relativen Luftfeuchtigkeit außen während der Untersuchungszeit betrug 61,4 %, der im Stallinnern 78,1 %. Damit erreichten die Stallungen der Tabelle 2 noch die Forderung von Cords-Parchim (5) mit 75 - 80 % und die von Rolle (29) mit 85 %, und lagen unter den Werten, die Frank (12), Münsterer (22) und Färber (10) mit über 85 % angaben.

Der mittelte Luftraum pro GVE von 12,4 lag ca 10 m³/GVE niedriger als die Angaben von Dahmen (6) 20 - 30, Klimmer (15) 20 - 30 und Nussbag (23) 20 - 25 m³/GVE.

Der gefundene CO₂-Wert betrug im Durchschnitt 0,281 % und unter der Decke 0,363 %. Da ein vermehrter Gehalt an CO₂ als Indikator einer sauerstoffarmen Stallluft anzusehen ist, dürfte dieser gefundene Wert auch hier auf das Fehlen einer geeigneten Luftumwälzung zurückzuführen sein.

TABELLE 2

Datum	Stall-	T.i.	T.a.	r.LFa	r.LFi	Rd	Pfd	Schw	m ³	m ³ GVE	CO ₂	Fe	Tü	FerBo	Lux	WGschw	WGschw	HR	
Nr.																			
Febr. 60	60	15	2	56	86	6	2	2	156,0	19,5	0,15 0,20	3	3	1/35	14500	8	1,9	0,248	OW
	61	14	2	60	86	14	6	6	213,8	14,2	0,35 0,10 0,15	4	3	1/28	15000	17	1,27	0,210	NS
	62	15	4	60	78	12	1	1	143,0	11,0	0,25 0,20 0,25	6	2	1/14	15000	22	1,29	0,274	OW
März 1960	63	13	4,5	54	82	6	2	2	156,0	19,5	0,35 0,20 0,20	3	3	1/24	10000	16	3,78	0,190	OW
	64	14	4	51	70	10			116,6	11,6	0,25 0,15 0,20	2	1	1/22	10500	19	2,84	0,84	NS
Jan. 1960	65	10	11	53	85	21			235,5	11,2	0,25 0,25 0,25	4	4	1/24	15000	12	3,64	0,15	OW
	66	10	3	58	70	9			270,0	30,0	0,35 0,20 0,30	4	4	1/20	13500	15	1,22	0,56	NS
April 1960	5	15	14	59	70	3			23,23	7,3	0,35 0,10 0,20	1	2	1/38	5700	6	3,24	0,185	NS
	7	18	13	62	85	12			96,75	8,1	0,30 0,25 0,40	3	3	1/35	4100	7	1,17	0,05	NS
	13	20	12	55	78	8			87,75	11,0	0,50 0,35 0,45	2	4	1/46	1300	6	0,959	0,046	OW
	19	18	13	60	81	11			77,28	7,0	0,60 0,30 0,40	2	2	1/32	3200	12	2,07	0,143	SO-N
	29	16,5	7	66	84	7			84,43	10,5	0,50 0,25 0,35	2	3	1/33	1950	14	1,58	0,189	NS
	30	14,5	7	66	76	16			142,74	8,9	0,35 0,15 0,30	3	5	1/23	1250	12	0,365	0,274	NS
	31	18	11	58	81	12	2		135,0	9,7	0,35 0,30 0,45	3	3	1/41	3000	16	1,506	0,199	NS
															24000				

46	17	11,5	60	75	7	4	108,0	12,0	0,30	2	2	1/47	15	1,18	0,055	OW
									0,20				25000			
									0,30							
									0,15							
									0,30							
51	19	13,5	58	74	7		91,52	13,1	0,40	2	3	1/36	15	1,25	0,198	OW
									0,20				24000			
									0,25							
52	11,5	9	68	86	15	4	169,05	11,1	0,35	6	3	1/14	23	0,469	0,123	NS
									0,20				16000			
									0,25							
41	20	9,5	70	72	13		89,1	6,8	0,30	2	4	1/28	20	0,588	0,102	NS
									0,25				16000			
									0,30							
									0,35							

Das Fenster-Bodenverhältnis mit $1/32$ liegt ebenfalls unter den geforderten Werten von Ober (24) = $1/20$ und Färber (10) = $1/24$.

Der mittlere Helligkeitswert in Lux gemessen betrug 13,63.

Die mittlere Windgeschwindigkeit von 0,22 m/sec. liegt um 0,035 m/sec. niedriger als in Tabelle 1.

Schließlich wird noch ein Stall der Gruppe C näher beschrieben, der Gruppe, deren Ställe einen schlechten Eindruck auf mich machten. Die hier gefundenen Werte sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Stall Nr. 48 repräsentiert meinem Empfinden nach die letzte Gruppe. Seine Erbauung liegt etwa 100 Jahre zurück, ohne daß er in der Zwischenzeit renoviert wurde. Zum Bau wurden Bruchsteine verwendet, die Decke ist aus Beton, er ist innen und außen mit Kalk verputzt, 2 Fenster, die vor Schmutz nicht mehr genügend Licht einfallen lassen, machen den Stall düster und unfreundlich. Daher ist es schwer zu erkennen, ob die darin befindlichen 9 Rinder und 4 Schweine sich in einem guten oder schlechten Pflegezustand befinden. Die Rinder stehen auf Kopfsteinpflaster im Langstand, die Jauche läuft offen in einer Rinne aus dem Stall in die etwa 6 m entfernte Jauchegrube. Entlüftungsklappen sind keine vorhanden, fehlende Fensterscheiben ersetzen die Oberlichter.

Auch hier sollen die aus Tabelle 3 errechneten Mittelwerte, die in der nachfolgenden Tabelle dargestellt sind, einen Überblick geben.

MITTELWERTE DER TABELLE 3

T. i.	T. a.	rLFi	rLFa	m ³ GVE	CO ₂	Fe:Bo	Lux
18,3	17,9	74,20	56,3	11,35	0,151 0,275 0,385	1/55	9,55
=====							
WGschw a.	WGschw i.	NS		OW			
1,46	0,239	11		9			

Die Messungen wurden im April bei einer durchschnittlichen Außentemperatur von $17,9^{\circ}\text{C}$ durchgeführt. Die Stallinnentemperatur betrug $18,3^{\circ}\text{C}$; sie dürfte noch als gut bezeichnet werden.

Die relative Luftfeuchtigkeit außen betrug im Mittel $56,3\%$ und im Stall $74,20\%$.

Der ermittelte Wert für den Luftraum pro GVE liegt mit $11,35\text{ m}^3$ niedriger als der der Gruppe 2.

Der gefundene CO_2 -Gehalt betrug $0,270\%$, unter der Decke $0,402\%$. Nach den Literaturangaben liegen diese Werte noch im zulässigen Schwankungsbereich.

Die mittlere Windgeschwindigkeit innen betrug $0,239\text{ m/sec.}$ und liegt damit höher, als diejenigen von den in Tabellen 1 u. 2 genannten Ställe. Die Türen und Fenster sind in diesen Ställen durchwegs undicht, und die während der kalten Jahreszeit davor angebrachten Strohisolierungen waren aufgrund der vorgerückten Jahreszeit bereits entfernt.

Das Verhältnis Fensterfläche : Bodenfläche betrug $1/55$. Dieser Wert liegt ungefähr um das Doppelte unter den in der Literatur geforderten Werten.

Der mittlere Lux-Wert drückt eine völlig unzureichende Stallbelichtung aus und läßt eine einigermaßen befriedigende Sauberhaltung von Stall und Tier nicht zu. Derartige Stallverhältnisse wirken sich negativ auf Wachstum, Leistung und Wohlbefinden der Tiere aus. Es treten hier, wie ich aufgrund meiner tierärztlichen Tätigkeit beobachten konnte, vermehrt Krankheiten auf.

Um die Ergebnisse der Gruppe A, B, C vergleichend gegenüberstellen zu können, wurden die Mittelwerte der Tabelle 1, 2, 3 in nachfolgender Tabelle zusammengefaßt.

TABELLE 3

Datum	Stall-T.i.	T.a.	r.LFa	r.LFi	Rd	Pfd	Schw	m ³	m ³ GVE	CO ₂	Fe	Tü	FerBo	Lux	WGschw	WGschw	HR
Nr.																	
April 1960	2	16	14	59	72	6		79,2	13,2	0,20	2	4	1/64	8	3,42	0,432	NS
										0,35							
	4	19	13	60	81	6		49,3	8,4	0,15	1	3	1/75	5	3,26	0,51	NS
										0,30							
	8	21	13	60	83	10		92,0	9,2	0,45				32800			
										0,25	2	3	1/38	8	2,5	0,15	NS
										0,40							
	12	18	12	58	65	13		231,6	17,8	0,50				29000			
										0,25	3	4	1/59	8	0,525	0,213	OW
										0,30							
	17	22	11	60	85	13		108,2	8,3	0,35				14000			
										0,10	1	5	1/54	6	1,95	0,286	OW
										0,25							
	21	20	12	58	74	9	2	80,6	8,1	0,35				35000			
										0,25	1	5	1/18	23	0,77	0,168	OW
										0,10							
	22	15	12,5	52	64	4	2	71,6	12,0	0,50				40000			
										0,25	2	2	1/22	8	0,983	0,5	NS
										0,25							
	23	20	13	60	65	6	2	96,2	12,1	0,20				18000			
										0,25	2	2	1/44	12	0,979	0,405	OW
										0,20							
	24	19	12,5	56	74	5		43,8	7,3	0,30				20000			
										0,01	1	1	1/48	7	0,904	0,25	OW
										0,10							
	28	12	9	60	64	2		48,0	24,5	0,45				30000			
										0,10	1	1	1/122	4	0,958	0,174	NS
										0,20							
33	18		4,5	55	78	7	1	155,2	19,4	0,30				22000			
										0,10	4	3	1/24	18	1,02	0,102	NS
										0,20							
34	19,5	15	57	81	7	2		90,0	10,0	0,35				60000			
										0,20	1	3	1/91	5	1,02	0,148	NS
										0,30							
35	21	17	46	74	9			82,5	9,1	0,35				20000			
										0,10	2	3	1/27	18	1,18	0,15	OW
										0,30							
36	20	16	60	75	13			99,75	7,7	0,35				23000			
										0,20	2	3	1/28	12	1,26	0,014	OW
										0,30							
										0,25							
										0,35				18000			

TABELLE 4 Mittelwerte aus den Tab. 1, 2, 3

T.i.	T.a.	rLFa	rLfi	m ³ GVE	CO ₂			
17,01	10,98	58,1	74,9	13,21	0,164	Tab. 1		
					0,247			
					0,346			
15,87	7,09	61,4	78,1	12,4	0,202	Tab. 2		
					0,278			
					0,363			
18,3	17,9	56,3	74,20	11,35	0,151	Tab. 3		
					0,275			
					0,385			
=====								
WGschw. a.	WGschw. i.	Lux	Fe:Bo	NS	OW	SO	NW	
2,04	0,255	25,10	1/29	18	10	1	1	Tab. 1
1,62	0,22	13,63	1/32	12	7	1		Tab. 2
1,46	0,239	9,55	1/55	11	9			Tab. 3

Im folgenden habe ich alle Stallungen, die bisher untersucht wurden, in zwei Gruppen eingeteilt. Unabhängig von dem guten, mittelmäßigen oder schlechten Eindruck wurde die Gruppierung nach dem Baujahr vorgenommen, und zwar in neue Stallungen und alte Stallungen, wobei als neue Stallungen solche gelten, die nach dem Krieg erbaut worden sind.

TABELLE 5 Neue Stallungen

Stall- Nr.	T. i.	T. a.	rLFa	rLFi	m ³ GVE	CO ₂	Fe:Bo	Lux	WGschw a.	WGschw. i.
29	16,5	7	66	84	10,3	0,32	1/33	14	1,580	0,189
31	18	11	58	81	9,7	0,36	1/41	16	1,506	0,199
66	10	3	58	70	30,0	0,28	1/20	15	1,220	0,560
65	10	1	53	85	11,2	0,28	1/24	12	3,640	0,150
62	15	4	60	78	12,0	0,26	1/14	22	1,290	0,274
71	18	-1	50	74	14,5	0,12	1/34	17	2,840	0,890
69	6	0	56	65	22,1	0,12	1/10	45	1,140	0,136
68	18	3	59	81	9,8	0,15	1/11	15	0,288	0,041
59	19	14	54	70	17,4	0,28	1/29	12	1,090	0,082
57	16	13	62	63	19,2	0,19	1/18	20	2,316	0,434
56	20	13,5	56	67	12,8	0,30	1/20	80	3,430	0,168
55	18	14	57	64	9,2	0,22	1/25	29,5	1,900	0,338
54	16	13	57	64	13,3	0,23	1/10	60	2,080	0,125
53	18	15,5	60	64	14,0	0,18	1/23	45	6,600	0,832
47	18	12	63	80	9,0	0,45	1/26	18	1,660	0,159
45	17	12	72	75	13,9	0,28	1/12	90	1,240	0,112
44	16	12	64	83	11,3	0,17	1/70	18	1,610	0,172
29	19	10	60	70	12,0	0,18	1/43	10	0,528	0,734
26	19	12	57	80	12,0	0,25	1/38	10	2,250	0,128
16	18	13	59	64	12,9	0,22	1/23	27	1,176	0,097
15	17	13	60	78	9,5	0,18	1/10	24,5	1,270	0,276
14	18	12	63	73	10,6	0,18	1/16	27	1,440	0,143
11	18	13	62	78	13,5	0,31	1/29	20	2,080	0,059
37	22	16	46	82	9,7	0,30	1/57	4	0,288	0,168

TABELLE 6. Alte Stallungen

Stall- Nr.	T.i.	T.a.	rLFa	rLfi	m ³ GVE	CO ₂	Fe:Bo	Lux	WGschw a.	WGschw i.
48	13	12	58	87	6,7	0,38	1/59	10	3,290	0,090
50	18	19	45	60	14,6	0,26	1/51	14	0,862	0,199
49	16,5	10,5	68	84	9,0	0,23	1/46	12	2,230	0,318
43	20	14	48	60	10,3	0,21	1/96	4	0,892	0,373
38	16	12,5	60	76	13,7	0,21	1/76	5	0,293	0,125
36	20	16	60	75	7,7	0,25	1/28	12	1,260	0,019
35	21	17	46	74	9,1	0,25	1/27	18	1,180	0,150
34	19,5	15	57	81	10,0	0,28	1/91	5	1,020	0,480
33	18	4,5	55	78	19,4	0,21	1/24	18	1,020	0,102
28	12	9	60	64	24,5	0,20	1/122	4	0,958	0,174
24	19	12,5	56	74	7,3	0,18	1/48	7	0,904	0,250
23	20	13	60	65	12,1	0,20	1/44	12	0,979	0,405
22	15	12,5	52	64	12,0	0,20	1/22	8	0,983	0,500
21	21	12	58	74	8,1	0,36	1/18	23	0,770	0,168
17	22	11	60	85	8,3	0,23	1/54	6	1,950	0,286
12	18	12	58	65	17,8	0,30	1/59	8	0,525	0,213
8	21	13	60	83	9,2	0,38	1/38	8	2,000	0,150
4	19	13	60	81	8,4	0,30	1/75	5	3,260	0,510
2	16	14	59	72	13,2	0,35	1/64	8	3,420	0,432
19	18	13	60	81	7,0	0,40	1/32	12	2,070	0,143
30	14,5	7	66	76	8,4	0,20	1/23	12	0,365	0,274
32	20	6	74	82	9,7	0,50	1/43	8	1,320	0,196
41	20	9,5	70	72	6,8	0,30	1/28	20	0,588	0,102
42	14	12	60	66	17,4	0,60	1/70	18	0,863	0,151
46	17	11,5	60	75	12,0	0,28	1/47	15	1,180	0,055
51	19	13,5	58	74	13,1	0,80	1/36	15	1,250	0,198
52	11,5	9	68	86	11,1	0,25	1/14	23	0,469	0,123
64	14	4,0	51	70	11,6	0,20	1/22	19	2,840	0,840
63	13	4,5	54	82	19,5	0,21	1/24	16	3,780	0,190
61	14	2	60	86	14,2	0,16	1/28	17	1,270	0,210
60	15	2	56	86	19,5	0,23	1/35	8	1,900	0,248
5	15	14	59	70	7,3	0,20	1/38	6	3,240	0,185
7	18	13	62	85	8,1	0,38	1/35	7	1,170	0,056
13	20	12	55	78	11,0	0,45	1/46	6	0,959	0,046
70	12	1	52	71	14,4	0,15	1/20	20	4,630	0,940
67	13	1,5	53	86	13,0	0,15	1/19	30	3,430	0,832
40	16	16	48	58	16,9	0,18	1/26	50	1,510	0,434
39	18	16	46	63	14,8	0,18	1/42	20	0,172	0,143

18	8	13	62	79	11, 6	0, 32	1/48	7	3, 950	0, 097
9	16, 5	13	65	79	13, 8	0, 25	1/24	11	2, 640	0, 099
10	19	13	57	85	13, 5	0, 28	1/64	8	1, 370	0, 082
6	19	12	57	80	8, 3	0, 33	1/48	7	0, 863	0, 082
3	20	13	62	88	15, 0	0, 40	1/40	6	3, 950	0, 046
1	16	11	65	87	22, 3	0, 35	1/63	4	1, 300	0, 054

Damit die Meßergebnisse der Tabellen der neuen und alten Stallungen besser gegenseitig verglichen werden können, wurden die Mittelwerte errechnet und in nachfolgenden Zusammenstellungen dargestellt.

TABELLE 7 Mittlere Werte von neuen Stallungen

T.i.	T.a.	rLFi	rLFa	m ³ GVE	CO ₂	Fe:Bo	Lux	WGschw	WGschw
								a.	i.
17,3	9,3	70,5	50,9	14,1	0,241	1/28	27,04	1,85	0,22

TABELLE 8 Mittlere Werte von alten Stallungen

T.i.	T.a.	rLFi	rLFa	m ³ GVE	CO ₂	Fe:Bo	Lux	WGschw	WGschw
								a.	i.
16,8	11,1	77,0	56,1	11,6	0,287	1/43	12,2	1,5	0,21

Durch Gegenüberstellung von Tabelle 7 und Tabelle 8 ist es nun möglich, zusammengefaßte Unterschiede zwischen alten und neuen Stallungen im Folgenden zu ermitteln.

IV. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Der Mittelwert von Tabelle 1 (von mir als gut empfundene Ställe) mit 25,10 Lux wurde mit 27,04 Lux als Mittelwert der neuen Stallungen annähernd gehalten. Dies kommt auch im Verhältnis Fensterfläche : Bodenfläche zum Ausdruck, wo bei den neuen Stallungen mit 1/28 auf einen Quadratmeter Fensterfläche 15 m³ Bodenfläche weniger fallen als bei den alten Stallungen. Darüber hinaus wird noch ersichtlich, daß den Stallfenstern in meinem Untersuchungsgebiet eine besondere Rolle in bezug auf die Belüftung zukommt; denn obwohl die Stalldecken aufgrund ihrer Bauweise zur Ventilation nicht geeignet sind und besondere Entlüftungsanlagen fehlen, liegt die relative Luftfeuchtigkeit in den neuen Ställen um 6,5 % niedriger. Dabei stehen den Tieren in den neuen Ställen im Durchschnitt nur 2,5 m³ pro GVE mehr Atmungsluft zu Verfügung. Trotzdem entspricht der mittlere Wert von 14,1 m³/GVE der neuen Stallungen nicht den geforderten Werten von durchschnittlich 20 - 30 m³ pro GVE. Daraus wird ersichtlich, daß die neuen Stallbauten zu klein angelegt wurden. Dies drückt sich ebenfalls im Fensterflächen- : Bodenflächenverhältnis aus, das in den neuen Stallungen mit 1/28 die geforderten Werte nicht erreicht.

Die Innentemperatur in Gruppe A (17,01° C), Gruppe B (15,87° C), Gruppe C (18,3° C), von welcher hier die durchschnittlichen Werte angegeben sind, kann unter Berücksichtigung der Außentemperatur nach der heutigen Ansicht als noch brauchbar bezeichnet werden.

Die Innentemperatur der alten und neuen Stallungen liegt mit 16,8° C und 17,3° C im normalen Bereich der angestrebten Werte.

Mit einem Gehalt von 0,241 % CO₂ in der Luft der neuen Ställe und 0,287 % CO₂ in den alten Ställen liegen diese Werte im normalen Schwankungsbereich. Dabei war bei 9 Altstallungen ein CO₂-Gehalt von über 0,4 % vorhanden, der bei neuen Stallungen nur einmal gefunden wurde, und 9mal lag der CO₂-Gehalt in alten Ställen um 0,4 %.

Die Windgeschwindigkeit in den neuen Ställen liegt mit 0,22 m/sec. im Durchschnitt fast gleich mit 0,21 m/sec. in den Altstallungen. Im einzelnen waren es aber 12 alte Ställe, deren Windgeschwindigkeit unter 0,1 m/sec. lag, wogegen nur 2 neue Ställe diese Werte erreichten. Daß in den alten Stallungen durchweg eine genügende Luftumsetzung stattfindet, mag seinen Grund darin haben, daß durch die häufig undichten Fenster und Türen die Luft besser aus- und einströmen kann.

V. ZUSAMMENFASSUNG

1. In 70 Rinderstallungen des Landkreises Kusel (Pfalz) wurden während der Winter- und Frühjahrsmonate stallklimatische Untersuchungen durchgeführt.
2. Es wurden nach subjektivem Empfinden drei Stallgruppen gebildet:
 - A) Gute Ställe
 - B) Mittelmäßige Ställe
 - C) Schlechte Ställe.
3. Der CO_2 -Gehalt betrug bei Gruppe A 0,272 %, bei Gruppe B 0,281 %, bei Gruppe C 0,273 %. Der CO_2 -Gehalt lag in den neuen Ställen bei 0,241 % und in den alten Ställen bei 0,287 %. In 6 alten Stallungen wurden über 0,4 % und in 9 dieser Ställe ein CO_2 -Gehalt um 0,4 % gemessen.
4. Die relative Luftfeuchtigkeit in den Ställen der Gruppe A betrug durchschnittlich 74,9 %, der Gruppe B durchschnittlich 78,1 % und der Gruppe C durchschnittlich 74,2 %.

In den neuen Ställen wurde eine relative Luftfeuchtigkeit von durchschnittlich 70,5 % und in den alten eine solche von 77,0 % gemessen. In 19 Altstallungen war eine relative Luftfeuchtigkeit von über 80 % vorhanden, während dies bei neuen Ställen nur 9mal der Fall war.

5. Die Helligkeit betrug in Lux gemessen in der Gruppe A, bei einem Verhältnis Fensterfläche : Bodenfläche 1/29, 25,10 Lux, in der Gruppe B, bei einem Verhältnis Fensterfläche : Bodenfläche 1/32, 13,63 Lux, in der Gruppe C, bei einem Verhältnis Fensterfläche : Bodenfläche 1/55, 9,55 Lux. Bei neuen Stallungen ergaben die Messungen Fensterflächen: Bodenflächen 1/28 / 27,04 Lux, bei alten Stallungen 1/43 / 12,2 Lux.
6. Der den Tieren im Stall zur Verfügung stehende Luftkubus betrug bei Gruppe A 13,21 m^3/GVE , bei Gruppe B 12,4 m^3/GVE und bei Gruppe C 11,35 m^3/GVE .

Bei Altstallungen kamen 11,6 m^3 und in neuen Ställen 14,1 m^3 auf eine GVE.

7. Es ist erforderlich, daß bei künftigen Stallneubauten bzw. -umbauten der Raum für die unterzubringenden Tiere größer als bisher angelegt wird.
8. Durch Einbau einer wirksamen Entlüftungsanlage ist dem geringen Luftkubus pro GVE Rechnung zu tragen.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. Brooks Der Einfluß der Umgebungstemperatur auf den prozentigen Fettgehalt der Kuhmilch.
Züchtungskde. 1, 9, (1926)
2. Buxtorf Einführung des Katathermometers in die stallhygienische Meßtechnik.
Diss. Zürich 1942
3. Christmann Wir Saarpfälzer.
E. Runge-Verlag, Berlin 1925
4. Cords Der gesunde Stall
Verlag d. Druckh. Berlin 1950
5. Cords-Parchim Handbuch des Landbaumeisters
Naumann-Verlag, Berlin 1952
6. Dahmen Veterinärhygiene.
Parey-Verlag, Berlin 1941
7. Dice Der Einfluß der Stalltemperatur auf die Leistung und den Futterbedarf der Milchkühe.
Züchtungskde. 15, 10, (1940)
8. Döschl Stallhygienische Untersuchungen in einer alpinen Aufbaugemeinde.
Diss. München 1947
9. Dräger Beschreibung des Drägerschen Gasspürgerätes.
1. Ausg. 19/G, 235/G
Juni 1955 - Drägerwerk Lübeck
10. Färber Viehhaltung und Stallverhältnisse im Bayerischen Wald.
Diss. München 1951

21. Meissner Der Einfluß der Ventilation auf die Stallluft.
Züchtungskde. 6, H. 5, (1931)
22. Münsterer Untersuchungen über Lüftungsverhältnisse in Rinder-
und Schweinestallungen.
Diss. München 1953
23. Nussbag Hygiene der Haustiere.
Hirzel-Verlag, Leipzig 1957
24. Ober Stallbelichtung und Stallfenster.
Bayer. Landw. Verl. München 1954
25. Pettenkofer Fragen über die Ventilation.
Zit. nach Dahmen
26. Rech Pfälzer im Osten. 2. Aufl.
Neustadt a. d. Weinstraße 1931
27. Reischl Stallhygienische Untersuchungen in Rinderställen
des Kreises Aichach unter Berücksichtigung der
Milchleistung.
Diss. München 1960
28. Rietzler Vergleichende Kohlensäure-Messungen nach
Pettenkofer und mit dem Drägerschen Gas-
spürgerät in Rinderstallungen des östlichen Allgäus.
Diss. München 1958
29. Rolle Veterinärhygiene
Vervielfältigtes Manusk. München 1949
30. Roots, Haupt
 u. Hartwig Veterinärhygiene.
Verlag-Parey, Berlin-Hamburg 1955
31. Rupp Pfälzer Kolonisten in Amerika.
Verlag E. Rau, Stuttgart 1938

32. Schulze und Märker Über den CO₂-Gehalt der Stallluft und den Luftwechsel in Stallungen.
Journ. f. Landw. 17, 4, (1869)
33. Seltmann Stallhygiene im Allgäu.
Diss. München 1955
34. v. Sybel u. Ober Die Klimatisierung der Viehställe.
Züchtungskde. 19, 5 - 8, (1954)
35. Stietenroth Hygienische und wärmewirtschaftliche Forderungen beim Stallbau und Stallbetrieb.
Veröffentlichung aus dem Institut für Schall- und Wärmeforschung der Technischen Hochschule Stuttgart. 1934
36. Traub Hygienische Untersuchungen in Tierställen unter besonderer Berücksichtigung der Stallluft.
Zeitschr. f. Infkrankh. 45, 3, (1933)
37. Weiss Stallhygienische Verhältnisse während des Sommers in Betrieben ohne Weidegang - Untersuchungen im Bezirk Fürstenfeldbruck.
Diss. München 1953
38. Zink Die Pfalz am Rhein.
Arbeitsgemeinschaft Pfälzischer Schulbuchverleger, Speyer (Rhein) 1952

Am Schluß meiner Arbeit danke ich Herrn
Prof. Dr. A. Meyn für die freundliche
Überlassung des Themas.

Gleichzeitig sage ich Herrn Privatdozent
Dr. H. Kalich meinen herzlichen Dank
für die jederzeit bereitwillige Hilfe und
seine Ratschläge bei der Gestaltung der
Arbeit.

LEBENS LAUF

Am 3. August 1931 wurde ich als Sohn des prakt. Tierarztes Dr. Friedrich Wilhelm Schmidt und dessen Ehefrau Hedi geb. Gerber in Altenglan (Pfalz) geboren.

Mit 6 Jahren besuchte ich die Volksschule in Würzburg, wohin mein Vater sich 1935 als Offizier zur Wehrmacht gemeldet hatte. Nach dem Übertritt in die Oberrealschule in Triberg (Schwarzwald) und späterer Kriegsdienstleistung im Volkssturm besuchte ich nach Kriegsende die Oberrealschule in Kusel (Pfalz). Als 1951 meine Mutter starb, siedelte ich nach Bad Münster am Stein zu meiner Tante über und besuchte dort das Neusprachliche Gymnasium in Sobernheim (Nahe), wo ich auch das Abitur ablegte.

1952 immatrikulierte ich mich an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München und legte dort 1957 das Staatsexamen ab.

1956 starb mein Vater an Brucellose, die er sich in Ausübung seines Berufes zugezogen hatte.

Nach Erlangung meiner Approbation ließ ich mich im Oktober 1958 in Kusel (Pfalz) nieder, wo ich noch heute als praktischer Tierarzt tätig bin.

